

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2000 年 12 月 7 日 (07.12.2000)

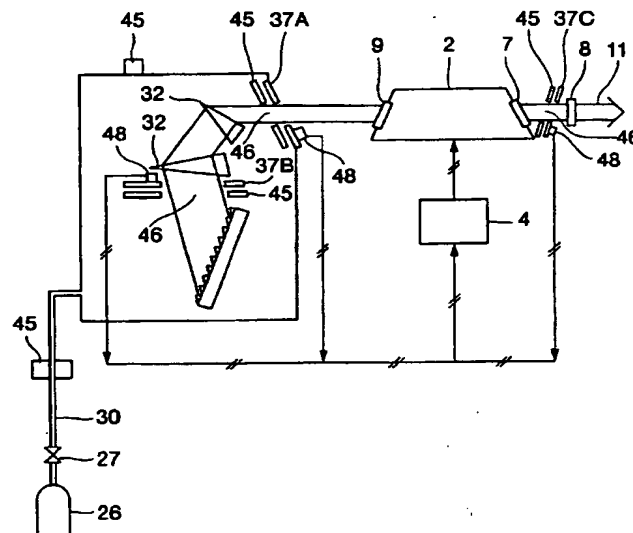
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 00/74183 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01S 3/08 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 有我達也 (ARIGA, Tatsuya) [JP/JP]. 熊崎貴仁 (KUMAZAKI, Takahito) [JP/JP]. 秋田 純 (AKITA, Jun) [JP/JP]. 伊藤仙聡 (ITO, Noritoshi) [JP/JP]; 〒323-8558 栃木県小山市横倉新田400 株式会社 小松製作所 小山工場 内 Tochigi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/03560
- (22) 国際出願日: 2000 年 6 月 1 日 (01.06.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (30) 優先権データ: 添付公開書類:  
特願平 11/153313 1999 年 6 月 1 日 (01.06.1999) JP — 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒107-8414 東京都港区赤坂二丁目3番6号 Tokyo (JP). 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ULTRAVIOLET LASER DEVICE

(54) 発明の名称: 紫外レーザ装置



(57) Abstract: A narrow band ultraviolet laser device which can restrict a change in temperature gradient at a light transmitting unit and maintain laser beams at a high grade, and which is provided with light shielding elements (37A to 37C) having light transmitting units (47A to 47C) each consisting of an opening for transmitting a laser beam (11), and light shielding units (49A to 49C) that surround the light transmitting units (47A to 47C), remove an unnecessary laser beam (11A) from an optical path and shape the laser beam (11) into a specified form, wherein a heating means (45) for heating the light transmitting units (47A to 47C) is provided in the vicinity of the light shielding elements (37A to 37C).

[続葉有]

WO 00/74183 A1

透光部の温度勾配の変化を抑え、レーザ光を高品位に保つことの可能な狭帯域化紫外レーザ装置を提供する。このために紫外レーザ装置は、レーザ光(11)を透過させる開口からなる透光部(47A~47C)と、透光部(47A~47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A~49C)とを有してなる遮光素子(37A~37C)を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、遮光素子(37A~37C)近傍に、透光部(47A~47C)を加熱する加熱手段(45)を備える。

## 明 細 書

### 紫外レーザー装置

#### 技 術 分 野

本発明は、狭帯域化された紫外レーザー装置に関する。

#### 背 景 技 術

従来から紫外レーザー装置において、加工用光源としての性能を向上させるために、共振器内に波長選択素子を搭載してレーザー光のスペクトル幅を狭くし、かつその中心波長を安定化する、狭帯域化という技術が知られている（例えば、日本特開１０－３１３１４３号参照）。

以下、エキシマレーザー装置を例にとって、従来技術を説明する。図７は、従来技術に係る狭帯域化されたエキシマレーザー装置１の構成説明図である。図７において、エキシマレーザー装置１は、レーザーガスを封入したレーザーチャンバ２と、このレーザーチャンバ２から発振されるレーザー光１１を狭帯域化する狭帯域化ユニット１０とを備えている。レーザーチャンバ２内で放電によって発振したレーザー光１１は、レーザーチャンバ２の外部後方に設けられた狭帯域化ユニット１０に入射する。

狭帯域化ユニット１０に入射したレーザー光１１は、プリズム３２、３２によって拡大され、グレーティング３３に入射する。そして、グレーティング３３によって所定の波長のレーザー光１１のみが入射光と同じ方向に折り返され、レーザーチャンバ２に再入射し、フロントミラー８から出射する。そして、加工機１５に入射し、その内部で精密加工を行なうための光源となる。

このとき、レーザー光１１の一部が、狭帯域化ユニット１０内部のプリズム３２やグレーティング３３の端部に当たることがある。このような狭帯域化されない反射光（これを不要レーザー光１１Ａと言う）がレーザーチャンバ２に戻ると、中心

波長やスペクトル幅等のレーザ光 1 1 の光品位が低下する。また、レーザ光 1 1 が所定の入射面以外の面から光学部品に入射することにより、熱が発生して光学部品が歪むことがある。さらには、グレーティング 3 3 に対して所定の入射角以外の角度でレーザ光 1 1 が入射すると、グレーティング 3 3 の波長選択が良好に行なわれず、レーザ光 1 1 の光品位が低下する。

これを避けるために、狭帯域化ユニット 1 0 にレーザ光 1 1 が入射する位置には不要レーザ光 1 1 A を除去する第 1 の遮光素子 3 7 A が、また、狭帯域化ユニット 1 0 内には、第 2 の遮光素子 3 7 B が、それぞれ設けられている。さらに、フロントミラー 8 の内側には、レーザ光 1 1 のビーム形状を加工に好適な所定の形状とするために、第 3 の遮光素子 3 7 C が設けられている。

図 8 に、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C の形状を示す。図 8 において遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C はそれぞれ、不要レーザ光 1 1 A を除去するプレート状の遮光部 4 9 A ～ 4 9 C と、レーザ光 1 1 が透過する長方形の開口からなる透光部 4 7 A ～ 4 7 C とを有している。レーザ光 1 1 が遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C に照射されると、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C に当たった不要レーザ光 1 1 A は、乱反射して光路から外れ、エキシマレーザ装置 1 を覆う図示しないカバー等に吸収される。残りのレーザ光 1 1 は、透光部 4 7 A ～ 4 7 C を通過し、長方形のビーム形状に整形される。

しかしながら、上記従来技術には、次に述べるような問題点がある。

即ち、従来技術によれば、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C の材質に関しては記載されておらず、一般的には金属が使用されている。この遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C にレーザ光 1 1 が照射されると、その一部が遮光部 4 9 A ～ 4 9 C に吸収され、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C が熱を帯びてくる。このとき、透光部 4 7 A ～ 4 7 C 内には、例えば空気や不活性ガス等の気体が存在している。従って、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C の内縁 5 0 A ～ 5 0 C からの発熱により、この気体に温度勾配が生じる。即ち、透光部 4 7 A ～ 4 7 C の内縁 5 0 A ～ 5 0 C 近傍の気体の温度は高くなるが、中央近傍の気体の温度はさほど高くない状態となってしまう。

その結果、透光部 4 7 A ～ 4 7 C の屈折率が不均一となり、気体があたかもレ

レンズのように作用して、透光部 47A～47C を通過するレーザ光 11 の波面が歪むことになる。そのため、エキシマレーザ装置 1 から出射するレーザ光 11 のビーム形状が歪んだりスペクトル幅が太くなったりして、レーザ光 11 の品位が低下し、加工が良好に行なわれなくなるという問題がある。

さらに、レーザ発振を開始した時点では、温度勾配はほとんど存在せず、レーザ光を長時間発振させるに従って温度勾配が生じてバランスするため、発振の開始時と長時間経過後とでは透光部 47A～47C の屈折率が変化する。そのため、発振の開始時に光品位が良好となるようにレーザ光 11 のグレーティング 33 への入射角を調整しても、時間の経過と共に波面が歪んで、光品位が低下する。また、ビーム形状やビーム中心位置が変動して加工に悪影響を与えるという問題がある。

### 発 明 の 開 示

本発明は、上記の問題点に着目してなされたものであり、透光部の温度勾配の変化を抑えてレーザ光を高品位に保つことの可能な狭帯域化紫外レーザ装置を提供することを目的としている。

上記の目的を達成するために、本発明に係る紫外レーザ装置の第 1 は、レーザ光を透過させる開口からなる透光部と、透光部の周囲にあつて不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有してなる遮光素子を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、遮光素子近傍に、透光部を加熱する加熱手段を備える構成としている。

かかる構成によれば、遮光素子近傍に、透光部を加熱する加熱手段を備えている。これにより、透光部内の気体が全体に熱せられて略均一な温度となるので、レーザ光が遮光板に照射された際に生じる透光部内の気体の温度勾配を緩和することができる。従って、透光部の屈折率の不均一が小さくなるので、レーザ光が透光部を透過した際に波面が歪むことがなく、高品位のレーザ光を得ることが可

能となる。さらに、予め遮光素子の全体を加熱しておくことにより、レーザ光の発振開始時と時間経過後との、透光部の屈折率の変動を小さくできる。従って、発振開始時に狭帯域化ユニット内の光学部品の配置や角度を調整しておけば、時間の経過に伴う波面の変動が小さく、光品位が低下するということがない。

また、紫外レーザ装置において、加熱手段は、レーザ光が発振していない状態においても加熱を行なう構成としてもよい。

かかる構成により、レーザ光が発振する際には既に透光部内の気体の温度が略均一化されているので、発振直後の気体の温度変化が小さくなる。従って、発振直後から高品位のレーザ光を安定して得ることが可能である。

また、紫外レーザ装置において、レーザ発振をコントロールするレーザコントローラと、透光部内の気体の温度を測定する温度測定器とを備え、温度測定器は、気体温度に関する情報をレーザコントローラに通知し、レーザコントローラは、この情報に基づいてレーザ発振を開始する構成としてもよい。

かかる構成によれば、気体温度に関する情報、例えば透光部内の気体の温度が充分高いという情報に基づいて、レーザ発振を開始している。これにより、レーザ発振を開始する際に、すでに透光部内の気体の温度が上がって略均一化されているので、レーザ光が温度変化による屈折率変動の影響を受けず、常に高品位のレーザ光を得ることが可能である。

本発明に係る紫外レーザ装置の第2は、レーザ光を透過させる透光部と、透光部の周囲にあつて不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有してなる遮光素子を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、遮光素子の近傍に不活性ガスを吹きつける、吹付手段を備える構成としている。

かかる構成によれば、遮光素子に不活性ガスを吹きつけている。これにより、

遮光素子の透光部内に気体が滞留しなくなつて、熱せられた気体が常に入れ替わるので、気体の温度勾配が緩やかになり、透光部の屈折率勾配が小さくなる。従つて、レーザ光の波面が歪むということが少なくなり、レーザ光の高品位が保たれる。さらに、例えばこの不活性ガスを予め冷却しておけば、レーザ光の照射による遮光素子の熱上昇を小さく抑えることができる。従つて、透光部の屈折率勾配が小さくなって、レーザ光の波面の歪みも小さくなる。

本発明に係る紫外レーザ装置の第3は、  
レーザ光を透過させる透光部と、  
透光部の周囲にあつて不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有してなる遮光素子を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、  
遮光部は、アルミニウム、アルミニウム合金及び銅の少なくともいずれか一つを含む材質で形成される構成としている。

かかる構成によれば、遮光素子の遮光部が熱伝導性の良いアルミニウム、アルミニウム合金及び銅のいずれか一つを含む材質で形成されている。これにより、遮光素子にレーザ光が照射された際に、発生した熱が短時間で伝導する。これに加え、アルミニウム及びアルミニウム合金は、レーザ光を高い反射率で反射するので、遮光素子にレーザ光が殆んど吸収されない。これらの理由から、遮光部の内縁の熱上昇が非常に小さいため、透光部内の気体に温度の不均一が生じにくく、その屈折率が均一になる。従つて、レーザ光が透光部を透過する際に波面の乱れが起こらないので、レーザ光の光品位を高品位に保つことが可能である。

本発明に係る紫外レーザ装置の第4は、  
レーザ光を透過させる透光部と、  
透光部の周囲にあつて不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有してなる遮光素子を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、  
遮光部は、レーザ光を透過する材質で形成されると共に、不要レーザ光を光路か

ら除去する機能を有する構成としている。

また、紫外レーザー装置において、この除去機能は、遮光部の表面に形成される全反射コーティングである構成としてもよい。

かかる構成によれば、遮光部が例えばCaF<sub>2</sub>や合成石英等の、レーザー光が透過する材質で形成されているので、遮光部にレーザー光が吸収されず、遮光部が熱を帯びることが少ない。従って、透光部内に気体があったとしても、その気体が温められることがなく、屈折率が均一になるので、レーザー光が透光部を透過する際に波面の乱れが起こらない。即ち、レーザー光の光品位を高品位に保つことが可能である。また、遮光部の表面に全反射コーティングを施すことにより、レーザー光を高反射率で反射するので、レーザー光の品位を低下させる原因となる不要レーザー光を効率良く除去できる。

本発明に係る紫外レーザー装置の第5は、  
不要レーザー光を光路から除去し、レーザー光を所定形状に整形する遮光素子と、  
遮光素子により形成され、レーザー光を透過させる透光部とを備える狭帯域化紫外レーザー装置において、  
遮光素子は、レーザー光を透過する材質で形成されると共に、不要レーザー光を光路から除去する機能を有する構成としている。

また、紫外レーザー装置において、この除去機能は、遮光素子でレーザー光を屈折させ、不要レーザー光として光路から外部に導く機能である構成としてもよい。

かかる構成によれば、遮光素子を不要レーザー光が透過する物質で構成しているので、不要レーザー光を遮光部で屈折させて光路の外部に導けば、これを例えば吸収材等で容易に吸収でき、光路に不要レーザー光が戻ることがない。しかも、不要レーザー光は遮光素子を透過するので、遮光素子に熱が吸収されることがない。

本発明に係る紫外レーザー装置の第6は、  
レーザー光を透過させる透光部と、  
透光部の周囲にあって不要レーザー光を光路から除去し、レーザー光を所定形状に整形する遮光部とを有してなる遮光素子を備える狭帯域化紫外レーザー装置において



透光部は、レーザ光が透過する固体で形成される構成としている。

かかる構成によれば、例えばCaF<sub>2</sub>や合成石英等のレーザ光が透過する固体で透光部を構成している。これにより、レーザ光が透過する透光部内には気体が存在しなくなるので、気体の温度勾配が生じることがない。また、透光部はレーザ光を高透過率で透過させるので、透光部にレーザ光が吸収されて温められることもない。従って、透光部に温度勾配が生じて屈折率が不均一になるということがないので、レーザ光が透光部を透過した際に、波面の乱れが起こらない。そしてこのとき、例えば透光部の周囲に、遮光部としてレーザ光を高反射率で反射するような金属製のプレートや全反射コーティングされた光学部品を配置するならば、レーザ光の品位を低下させる原因となる不要レーザ光を効率良く除去できる。従って、レーザ光の光品位を高品位に保つことが可能である。

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明の第1実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成説明図。

図2は本発明の第2実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成説明図。

図3は本発明の第3実施形態に係る遮光素子の斜視図。

図4は本発明に係る遮光素子の他の第1例を示す斜視図。

図5は本発明に係る遮光素子の他の第2例を示す斜視図。

図6は本発明の第4実施形態に係るエキシマレーザ装置の構成説明図。

図7は従来技術に係るエキシマレーザ装置の構成説明図。

図8は従来技術に係る遮光素子の形状図。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら、本発明に係る実施形態を詳細に説明する。尚、各実施形態において、前記従来技術の説明に使用した図と同じ要素には同一符号を付し、重複説明は省略する。以下の実施形態では、紫外レーザ装置の一例として

K r Fエキシマレーザ装置（以下、エキシマレーザ装置と略称する）を例にとって説明する。

まず、図 1 に基づいて第 1 実施形態を説明する。図 1 は、本実施形態に係るエキシマレーザ装置 1 の構成を示している。図 1 において、エキシマレーザ装置 1 は、レーザガスを封入し、内部で放電を起こして真空紫外領域のレーザ光 1 1 を発振させるレーザチャンバ 2 と、このレーザチャンバ 2 から発振されるレーザ光 1 1 を狭帯域化する狭帯域化ユニット 1 0 とを備えている。

レーザチャンバ 2 の内部には、レーザガスとして例えばフッ素（F 2）、クリプトン（K r）、及びネオン（N e）が所定の圧力比で封入されており、所定位置には 1 組の放電電極 5，5 が設置されている。この放電電極 5，5 間に図示しない高圧電源から高電圧を印加することにより、放電によってレーザガスを励起し、約 2 4 8 nm の波長を有するレーザ光 1 1 を発振させている。尚、一般にこのようなエキシマレーザ装置 1 において、高電圧はパルス状に印加され、レーザ光 1 1 はパルス発振する。

レーザチャンバ 2 で発生したレーザ光 1 1 は、レーザチャンバ 2 の後端に設けられたリアウィンドウ 9 を透過して、レーザチャンバ 2 の外部後方に設けられた狭帯域化ユニット 1 0 に入射する。狭帯域化ユニット 1 0 は、狭帯域化ボックス 1 4 で周囲をカバーされ、その内部に例えば 2 個のプリズム 3 2，3 2 と、波長選択素子であるグレーティング 3 3 とを備えている。

狭帯域化ボックス 1 4 の内部に入射したレーザ光 1 1 は、プリズム 3 2，3 2 によって拡大され、グレーティング 3 3 に入射する。そして、グレーティング 3 3 によって所定の波長のレーザ光 1 1 のみが入射光と同じ方向に折り返され、狭帯域化される。レーザ光 1 1 は、レーザチャンバ 2 に再入射し、レーザチャンバ 2 前端に設けられたフロントウィンドウ 7 を透過して、レーザチャンバ 2 前方に設けられたフロントミラー 8 から出射する。そして、加工機 1 5 に入射し、その内部で精密加工を行なうための光源となる。

レーザ光 1 1 が入射する狭帯域化ボックス 1 4 の入口には不要レーザ光 1 1 A

を光路上から除去する第１の遮光素子３７Ａが、また、狭帯域化ユニット１０内には第２の遮光素子３７Ｂが、それぞれ設けられている。さらに、フロントミラー８の内側には、レーザ光１１のビーム形状を加工に好適な所定の形状とするために、第３の遮光素子３７Ｃが設けられている。

遮光素子３７Ａ～３７Ｃの形状は、図８に示したものと同様である。即ち、遮光素子３７Ａ～３７Ｃは不要レーザ光１１Ａを除去するプレート状の遮光部４９Ａ～４９Ｃと、レーザ光１１が透過する長方形の開口からなる透光部４７Ａ～４７Ｃとを有している。遮光素子３７Ａ～３７Ｃの遮光部４９Ａ～４９Ｃは、熱伝導率の高い物質、例えばアルミニウム合金又は銅を主成分とする材質で形成されている。

遮光素子３７Ａ～３７Ｃに照射されたレーザ光１１は、透光部４７Ａ～４７Ｃを通過することにより、長方形のビーム形状に整形される。また、遮光部４９Ａ～４９Ｃに当たった不要レーザ光１１Ａは、反射して光路から外れ、エキシマレーザ装置１を覆う図示しないカバー等に吸収される。

このとき、遮光素子３７Ａ～３７Ｃは、遮光部４９Ａ～４９Ｃで反射した不要レーザ光１１Ａがレーザチャンバ２に戻って共振器内で共振しないよう、レーザ光１１の光軸に対して非垂直な所定の角度をなすように配設されている。これにより、例えば第１の遮光素子３７Ａで反射した不要レーザ光１１Ａは、エキシマレーザ装置１を覆うカバー（図示せず）の内壁に当たって吸収される。また、第２の遮光素子３７Ｂで反射した不要レーザ光１１Ａは、狭帯域化ボックス１４内に設けられたアルミニウム等からなる吸収材４２に当たって乱反射し、狭帯域化ボックス１４の内壁に吸収される。このとき、吸収材４２の表面は、反射した不要レーザ光１１Ａが狭帯域化ボックス１４の内壁の一点に集中しないよう、適度に不規則な凹凸を有しているのが好ましい。

即ち、遮光素子３７Ａ～３７Ｃは、所定の形状（本実施形態では所定の幅及び高さを有する長方形）の透光部４７Ａ～４７Ｃを備え、この遮光素子３７Ａ～３７Ｃを通過するレーザ光１１のビーム形状を整形している。そして、遮光部４９

A～49Cによって不要レーザ光11Aを光路から除去して、レーザ光11が所定以外の位置に照射されるのを防止している。

また、これらの遮光素子37A～37Cは、グレーティング33に対してレーザ光11が所定の入射角以外の角度で入射するのを防止している。これにより、グレーティング33の波長選択が良好に行なわれるので、レーザ光11の光品位を良好に保つことが可能となる。そして本実施形態によれば、遮光素子37A～37Cの遮光部49A～49Cを、銅やアルミニウム合金のように熱伝導率の高い材質を主成分として構成している。

これにより、遮光部49A～49Cに不要レーザ光11Aが照射されても、内縁50A～50Cに発生した熱が短時間で周囲に伝導して放熱するので、内縁50A～50Cの熱上昇が非常に小さい。そのため、透光部47A～47C内の気体に温度の不均一が生じにくく、その屈折率が均一になる。従って、レーザ光11が透光部47A～47Cを透過しても波面の乱れが起こらないので、レーザ光11の光品位を高品位に保つことが可能である。

またこのとき、遮光部49A～49Cの表面に、アルミニウム膜を蒸着するとさらに好適である。即ち、アルミニウムはレーザ光11の波長である紫外線に対する反射率が高いので、遮光部49A～49Cに不要レーザ光11Aが照射された際に大部分が反射し、その内縁50A～50Cの温度上昇が非常に小さくなる。そのため、透光部47A～47C内の屈折率が均一となり、波面の乱れが起こらないので、レーザ光11の光品位を高品位に保つことが可能である。

或いは、このようなアルミニウム膜の表面に、フッ化マグネシウム(MgF<sub>2</sub>)等の誘電体からなる無反射コーティングを施すとさらに好適である。即ち、アルミニウム膜に不要レーザ光11Aが繰り返し照射されると、次第にアルミニウム膜が劣化してその反射率が低下するので、それを防止する効果がある。

また、アルミニウム合金の表面にアルミニウム膜を蒸着することなく、直接無反射コーティングを施してもよい。アルミニウム合金もレーザ光11に対する反射率が高いので、同様の効果がある。また、遮光部49A～49Cをアルミニウ

ムで形成してもよい。

或いは、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の材質を、熱伝導性の低いセラミックにしてもよい。これにより、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C にレーザ光 1 1 が照射されても、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C が熱くなることが少ないので、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体の温度上昇が非常に小さくなる。そのため、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が均一となり、波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

さらには他の例として、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の材質を合成石英、CaF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub>のような、紫外線波長のレーザ光 1 1 が高透過率で透過する材質としてもよい。このようにすれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C にレーザ光 1 1 が照射されても、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C に入射するレーザ光 1 1 のうち表面で反射される以外のレーザ光 1 1 は遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を透過し、吸収されることが少ない。このとき、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を光軸に対して適当な角度で傾けて配置するようにすれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の表面で反射される成分が増えて入射する成分が経るためにレーザ光 1 1 の吸収が少なくなり、さらに熱上昇が小さい。さらには、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の表面に全反射コーティングを施すようにすれば、不要レーザ光 1 1 A を高反射率で反射し、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C が熱せられることが少ない。従って、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体の温度上昇が非常に小さくなり、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が均一となつて波面の乱れが起こらず、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

即ち、本実施形態によれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を、レーザ光 1 1 に対する吸収率が非常に低い材質で形成しているので、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の温度上昇が小さく、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が均一となつて波面の乱れが起こらない。

次に、本実施形態に係る狭帯域化ユニット 1 0 について詳細に説明する。狭帯域化ボックス 1 4 の外壁には小孔 3 8 が設けられ、配管を連結する継手 3 9 が固定されている。狭帯域化ボックス 1 4 外側で継手 3 9 の一端側には、パージ配管

30の一端が接続されている。パージ配管30の他端は、パージバルブ27を介して、例えば窒素(N<sub>2</sub>)等の不活性ガスが充填されたパージボンベ26に接続されている。パージバルブ27を開くと、パージボンベ26内の不活性ガスが、常時狭帯域化ボックス14の内部に供給され、狭帯域化ボックス14の内部の空気を追い出して内部を清浄に保つことができる。これを不活性ガスによるパージと言う。

狭帯域化ボックス14内側で継手39の他端側には、吹付配管(吹付手段)40の一端が接続されている。吹付配管40の他端は2叉に分かれ、遮光素子37A, 37Bの近傍にそれぞれ固定されている。これにより、パージを行なうと、不活性ガスが遮光素子37A, 37Bの透光部47A, 47Bに吹きつけられる。

従って、遮光部49A, 49Bの内縁50A, 50Bが加熱されても、透光部47A, 47B内の気体が常に入れ替わるので、透光部47A, 47B中央近傍の気体と内縁50A, 50B近傍の気体との間の温度差が小さくなる。従って、透光部47A, 47Bの屈折率が均一になり、従来技術のようにレーザ光11の波面が歪むということが少なくなる。即ち、レーザ光11の高品位が保たれる。

尚、本実施形態では第1、第2の遮光素子37A, 37Bの近傍にのみ吹付配管40を配置するよう説明したが、第3の遮光素子37Cの近傍にも吹付配管40を配置し、不活性ガスを吹きつけるようにするとさらに好適である。

また、このとき図示しない冷却手段によって不活性ガスを冷却して遮光素子37A~37Cに吹きつけると、遮光素子37A~37Cの温度上昇が抑えられるのでさらに好適である。

次に、本発明の第2実施形態を説明する。図2は、本実施形態に係る狭帯域化ユニット10の構成を示している。

図2において、遮光素子51A, 51Bはそれぞれ、2個のプリズム形状の光学部品からなり、このプリズム形状の頂角部を互いに向かい合うようにつき合わせることで、所定の間隙を有するスリットを構成している。そして、この

スリットによって透光部 47 A, 47 B が決定され、プリズム部分が図 8 における遮光部 49 A, 49 B と同様な機能を有する。この遮光素子 51 A, 51 B は、合成石英、CaF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub>等の、紫外線波長のレーザ光が透過する材質で構成されている。

即ち、遮光素子 51 A, 51 B に照射された不要レーザ光 11 B は、プリズムの内部で屈折し、光軸から外れるような向きを有して、遮光素子 51 A, 51 B から出射する。そして、アルミニウム製の吸収材 42 に照射され、吸収材 42 の表面で乱反射して狭帯域化ボックス 14 の内壁に吸収される。これにより、レーザ光 11 は、透光部 47 A, 47 B で表わされるスリット部分を通じた成分のみとなるように、ビーム幅が制限される。

このとき、遮光素子 51 A, 51 B は不要レーザ光 11 B を吸収しない材質からなっているので、不要レーザ光 11 B に照射されても熱くなることが非常に少ない。そのため、透光部 47 A, 47 B 内の気体には、温度の不均一が生じず、透光部 47 A, 47 B の屈折率が均一になる。従って、レーザ光 11 が透光部 47 A, 47 B を透過しても波面の乱れが起こらないので、レーザ光 11 の光品位を高品位に保つことが可能である。

尚、図 2 ではプリズム形状の頂角部を向き合わせてスリットを形成しているが、これに限られるものではなく、例えば直角部や他の頂角部を向き合わせてスリットを形成しても良い。

また、所定の入射角以外の角度でグレーティング 33 に入射する不要レーザ光 11 B を除去するために、各 2 個のプリズムを組み合わせてスリット状の透光部 47 A, 47 B を構成するのではなく、各 1 個のプリズムによって光路の片側のみを遮光する構成としてもよい。

或いは、2 個のプリズムを向い合わせるだけではなく、例えば 4 個のプリズムを上下左右に組み合わせて遮光素子 51 A, 51 B を構成し、透光部 47 A, 47 B を長方形の形状としてもよい。このようにすれば、スリットが 1 方向のビーム幅のみを制限しているのに対し、これに垂直な他方向に対してもビーム幅を制

限できるので、不要レーザ光 1 1 B をより確実に除去することが可能である。即ち、不要レーザ光 1 1 B がレーザチャンバ 2 に戻るのをより確実に防止できる。

或いは、上記のように 2 個又は 4 個のプリズムを独立に組み合わせるのではなく、そのような形状の光学素子を予め製作し、これを所定位置に配置してもよい。このようにすれば、遮光素子 5 1 A, 5 1 B を向い合わせるのに比べて透光部 4 7 A, 4 7 B の寸法精度をより精密に構成できる。従って、不要レーザ光 1 1 B をより確実に除去することが可能であり、レーザ光 1 1 の光品位が向上する。

尚、本実施形態では第 1、第 2 の遮光素子 5 1 A, 5 1 B のみについて説明したが、図 1 で説明した構成、例えばフロントミラー 8 とレーザチャンバ 2 との間に第 3 の遮光素子 3 7 C を設ける構成のように、第 3 の遮光素子（図 2 では図示せず）を設けて、第 1 実施形態と同様の構成としてもよい。

また、遮光素子 5 1 の、不要レーザ光 1 1 B が透過する面に、無反射コーティングを施してもよい。このようにすれば、遮光素子 5 1 での不要レーザ光 1 1 B の反射を抑えられ、反射光のレーザ光 1 1 への混入を防止してその影響を小さくできる。従って、不要レーザ光 1 1 B をより確実に除去することができ、レーザ光 1 1 の光品位が向上する。

次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。図 3 は、本実施形態に係る遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の形状を示す斜視図である。

図 3 において遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C は、合成石英、CaF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub> のような紫外線波長のレーザ光 1 1 が透過する材質で形成されている。この遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の一側の面（例えば図 3 における手前側の面）及び他側の面には、斜線で示すようにレーザ光 1 1 の反射を抑える長方形の無反射コーティングが施されている。また、この無反射コーティング部即ち透光部 4 7 A ~ 4 7 C を除き、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の両面にはレーザ光 1 1 を高反射率で反射する全反射コーティングが施されている。尚、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の無反射コーティング部を図中 Y 方向にさらに広げて、スリット状にしてもよい。

このような遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を、例えば図 1 に示したようなエキシマレ



ーザ装置 1 に配設すると、無反射コーティングを施された部分に照射されたレーザー光 1 1 は、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を透過し、方形のレーザー光 1 1 となる。そしてそれ以外の、全反射コーティングを施された部分に照射された不要レーザー光 1 1 A は高反射率で反射し、図 1 で示したように吸収材 4 2 に照射される。即ち、無反射コーティングを施された部分が透光部 4 7 A ~ 4 7 C となり、全反射コーティングを施された部分が遮光部 4 9 A ~ 4 9 C となる。

或いはこのとき、透光部 4 7 A ~ 4 7 C に無反射コーティングを施すのではなく、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C をレーザー光 1 1 の光軸に対してブリュースター角をなすように配設してもよい。これにより、レーザー光 1 1 が透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過する際の損失を最小とすることが可能である。

遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の一側の面と他側の面とは、平行にならないようにするのが良い。このような、一側の面に対して他側の面を傾けるのを、ウェッジを設けると言う。これは、レーザー光 1 1 が遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の一側の面と他側の面との間で何度も反射してレーザーチャンバ 2 に戻るという現象を、避けるためである。

また、一側の面に図 3 に示したような無反射コーティング及び全反射コーティングを施し、他側の面は全面に無反射コーティングを施してもよい。即ち、一側の面のみに遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C としての作用をさせてもよい。このようにすれば、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の位置を一側の面だけ正確に合わせればよく、一側の面と他側の面との両方で合わせる必要がなくなるので、コーティング加工及び光軸合わせが簡単になる。

このように、本実施形態によれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を  $\text{CaF}_2$  等のレーザー光 1 1 の透過率が大きな材質で形成し、透光部 4 7 A ~ 4 7 C に無反射コーティングを、その外周の遮光部 4 9 A ~ 4 9 C に全反射コーティングを、それぞれ施している。これにより、透光部 4 7 A ~ 4 7 C に照射されたレーザー光 1 1 は、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を損失なく通過する。また、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C に照射された不要レーザー光 1 1 A は、全反射コーティングによって高反射率で反射

される。

従って、レーザ光 1 1 が遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C に照射されても吸収されることがなく、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の温度が上昇しない。しかも、透光部 4 7 A ~ 4 7 C は透過率の大きな固体で構成されているので、温度勾配の生じるような気体が存在せず、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が不均一になることがない。従って、レーザ光 1 1 が透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過した際に波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

このとき、透光部 4 7 A ~ 4 7 C に無反射コーティングを施すのではなく、透光部 4 7 A ~ 4 7 C をレーザ光 1 1 の光軸に対してブリュースター角をなすように配設しても良い。このようにしても、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の透過率が大きくなるので、同様の効果が得られる。

図 4 に、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の他の第 1 例を示す。即ち、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C は、第 1 実施形態において説明したものと同様の、長方形の開口を有する熱伝導率の大きな材質（アルミニウム合金、銅等）の遮光部 4 9 A ~ 4 9 C を、備えている。その開口には、合成石英、CaF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub> のような紫外線波長のレーザ光 1 1 が透過する材質からなる部材が埋め込まれ、透光部 4 7 A ~ 4 7 C を構成している。この透光部 4 7 A ~ 4 7 C を構成する部材には、無反射コーティングが施され、また図示はされていないがウェッジが設けられているのが、好適である。

このような遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C に照射された不要レーザ光 1 1 A は、熱伝導性が大きな遮光部 4 9 A ~ 4 9 C により、ほとんど吸収されることがなく反射される。しかも、上述したように透光部 4 7 A ~ 4 7 C が固体であるので、温度勾配の生じるような気体が存在せず、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が不均一になることがない。従って、レーザ光 1 1 の波面が歪まず、光品位を高品位に保つことが可能である。

また、図 5 に遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の他の第 2 例を示す。図 5 に示すように、狭帯域化ユニット 1 0 を構成するプリズム 3 2 には、レーザ光 1 1 が入射する

入射面 3 2 A 及び出射する出射面 3 2 B の略中央部の所定位置に、それぞれ長方形の無反射コーティングが施されている。また、この無反射コーティングされた部分を除く、プリズム 3 2 の入射面 3 2 A 及び出射面 3 2 B の全面には、全反射コーティングが施されている。

このようなプリズム 3 2 にレーザ光 1 1 が照射されると、無反射コーティングを施した部分に照射されたレーザ光 1 1 は、無反射コーティングを施した部分と同じ形状でプリズム 3 2 に入射する。即ち、プリズム 3 2 の無反射コーティングされた入射面 3 2 A が、透光部 4 7 A ～ 4 7 C を構成している。一方、全反射コーティングを施した部分に照射された不要レーザ光 1 1 A は、反射されて光路から除去され、図示しない吸収材 4 2 等に照射される。即ち、プリズム 3 2 の全反射コーティングされた入射面 3 2 A が、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C を構成している。

このように、レーザ光 1 1 を拡大するためのプリズム 3 2 にコーティングを施すことで、プリズム 3 2 に遮光素子としての役割を兼ねさせることが可能である。これにより、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C を別途設ける必要がなく、部品点数が減少して装置の構成が簡単になる。また、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C を配置する位置の調整が不要となり、エキシマレーザ装置 1 の組立調整が簡単になる。

次に、本発明の第 4 実施形態を説明する。図 6 は、本実施形態に係るエキシマレーザ装置 1 の構成を示している。図 6 において、エキシマレーザ装置 1 は発振をコントロールするレーザコントローラ 4 を備えている。また、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C は、例えば第 1 実施形態に示したものと同様のものとする。

遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C の近傍には、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C とほぼ同一の形状でレーザ光 1 1 が透過する開口 4 6 を有するヒータ 4 5 が、それぞれ配設されている。レーザ光 1 1 は、透光部 4 7 A ～ 4 7 C を透過した後、このヒータ 4 5 の開口 4 6 を透過する。このヒータ 4 5 には、図示しない給電線から電力供給が行なわれ、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C の近傍を加熱している。これにより、透光部 4 7 A ～ 4 7 C 内の気体の温度が略均一に上昇するので、レーザ光 1 1 が照射された際に内縁 5 0 A ～ 5 0 C の加熱の影響が小さくなる。このため、透光部 4 7

A～47Cの略中央部と内縁50A～50C近傍とで、気体の温度勾配が緩やかなものとなる。

従って、透光部47A～47Cでの屈折率の不均一が小さく、レーザ光11が透光部47A～47Cを透過した際に波面の乱れが起こらないので、レーザ光11の光品位を高品位に保つことが可能である。

このような加熱は、エキシマレーザ装置1を発振させないときにも行なうようにするのが良い。即ち、透光部47A～47Cの気体を予熱しておくことにより、透光部47A～47Cの屈折率が発振前から略均一になるので、レーザ発振を開始した際に遮光素子37A～37Cが急激に熱せられることがない。従って、発振直後からレーザ光11の光品位を高品位に保つことが可能である。

また、図6に示すように、透光部47A～47C近傍に温度測定器48をそれぞれ設置し、透光部47A～47Cの気体の温度を測定している。そして、加熱によって気体の温度が所定値になったことを、温度測定器48からレーザコントローラ4に通知している。レーザコントローラ4は、この通知に基づいてレーザ発振を開始する。これにより、温度が所定値以上になって常に透光部47A～47Cの屈折率が略均一な状態でレーザ発振を行なうことが可能となり、レーザ光11の波面が乱れることがない。尚、レーザコントローラ4は、温度測定器48から温度情報のみを受け取り、その情報に基づいてレーザ発振の開始を判断するとしてもよい。

また、遮光素子37A～37Cを加熱する他の例として、図6に示すように、狭帯域化ボックス14の内部に清浄な不活性ガスをパージするパージ配管30の途中に、ヒータ45を設けている。即ち、ヒータ45によって温められた不活性ガスをパージすることにより、狭帯域化ボックス14の内部の温度を一様に高くしている。従って、レーザ発振時に遮光素子37A～37Cの内縁50A～50Cが熱くなっても、透光部47A～47C内の気体が予め温められているので、気体の温度に生じる勾配が小さい。即ち、屈折率が略均一となるので、レーザ光11の波面が乱れることがない。また、このようなヒータ45は、レーザ光11

の光路を覆うカバー（図示せず）や狭帯域化ボックス 14 の外壁に接触して設けられてもよく、これらの内部に設けられてもよい。

以上説明したように、本実施形態によれば、遮光素子 37A～37C 近傍にヒータ 45 等の加熱手段を設け、遮光素子 37A～37C の透光部 47A～47C を加熱している。従って、レーザ光 11 が照射されて遮光素子 37A～37C の温度が高くなっても、透光部 47A～47C 内の気体の温度に大きな勾配が生じることがない。即ち、屈折率が略均一となるので、この透光部 47A～47C を透過するレーザ光 11 の波面が乱れず、高品位のレーザ光 11 を得ることが可能である。

上記各実施形態においては、遮光素子は、長方形の形状又はスリット形状として説明したが、これに限られるものではない。即ち、ピンホールのような形状でも良い。又は、上述したようにレーザ光の片側のみを遮光するような形状でもよい。

また、第 1～第 3 の遮光素子が、すべて装置内に設けられているように記載しているが、このような形態に限られるものではない。即ち、第 1～第 3 の遮光素子のうち、少なくともいずれか 1 つが設けられているエキシマレーザ装置に対して、本発明は有効である。また、狭帯域化ボックス内に設けられた第 2 の遮光素子は 1 箇所のみには設けられているとは限らず、複数箇所に設けられている場合もある。

また、各実施形態では、遮光素子のすべてに対して同一の対策を施すように説明したが、これに限られるものではない。例えば、第 1 の遮光素子には不活性ガスを吹きつけ、第 2 の遮光素子を第 2 実施形態に示したようにレーザ光の吸収率の低い物質で構成するようにしてもよい。また、第 3 の遮光素子をレーザ光の吸収率の低い物質で構成し、かつ、不活性ガスを吹きつけるようにしてもよい。即ち、各実施形態に記した発明を、各遮光素子に対して適宜応用すればよい。

更に、上記各実施形態においては、紫外レーザ装置の一例として KrF エキシマレーザ装置を例にとって説明したが、これに限られるものではない。例えば、

A r F エキシマレーザ装置等の他のエキシマレーザ装置や、F2レーザ等の紫外レーザ装置に対しても有効である。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、透光部の温度勾配の変化を抑えてレーザ光を高品位に保つことの可能な狭帯域化紫外レーザ装置として有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. レーザ光(11)を透過させる開口からなる透光部(47A~47C)と、  
前記透光部(47A~47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A~49C)とを有してなる遮光素子(37A~37C)を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、

前記遮光素子(37A~37C)近傍に、前記透光部(47A~47C)を加熱する加熱手段(45)を備えることを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。

2. 請求の範囲1記載の狭帯域化紫外レーザ装置において、

前記加熱手段(45)は、レーザ光(11)が発振していない状態においても加熱を行うことを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。

3. 請求の範囲1又は2記載の狭帯域化紫外レーザ装置において、

レーザ発振をコントロールするレーザコントローラ(4)と、

前記透光部(47A~47C)内の気体の温度を測定する温度測定器(48)とを備え、

前記温度測定器(48)は、前記気体温度に関する情報を前記レーザコントローラ(4)に通知し、

前記レーザコントローラ(4)は、前記情報に基づいてレーザ発振を開始するようになすことを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。

4. レーザ光(11)を透過させる透光部(47A~47C)と、

前記透光部(47A~47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A~49C)とを有してなる遮光素子(37A~37C)を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、

前記遮光素子(37A~37C)の近傍に不活性ガスを吹きつける、吹付手段(40)を備えることを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。

5. レーザ光(11)を透過させる透光部(47A～47C)と、  
前記透光部(47A～47C)の周囲にあつて不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A～49C)とを有してなる遮光素子(37A～37C)を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、

前記遮光部(49A～49C)は、アルミニウム、アルミニウム合金及び銅の少なくともいずれか一つを含む材質で形成されていることを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。

6. レーザ光(11)を透過させる透光部(47A～47C)と、  
前記透光部(47A～47C)の周囲にあつて不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A～49C)とを有してなる遮光素子(37A～37C)を備える狭帯域化紫外レーザ装置において、

前記遮光部(49A～49C)は、レーザ光(11)を透過する材質で形成されると共に、不要レーザ光(11A)を光路から除去する機能を有することを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。

7. 請求の範囲6記載の狭帯域化紫外レーザ装置において、

前記除去機能は、前記遮光部(49A～49C)の表面に形成される全反射コーティングであることを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。

8. 不要レーザ光(11B)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光素子(51A, 51B)と、  
前記遮光素子(51A, 51B)により形成され、レーザ光(11)を透過させる透光部(47A, 47B)とを備える狭帯域化紫外レーザ装置において、

前記遮光素子(51A, 51B)は、レーザ光(11)を透過する材質で形成されると共に、不要レーザ光(11B)を光路から除去する機能を有することを特徴とする狭帯域化紫外レーザ装置。



9. 請求の範囲 8 記載の狭帯域化紫外レーザー装置において、

前記除去機能は、前記遮光素子 (51A, 51B) でレーザー光 (11) を屈折させ、不要レーザー光 (11B) として光路から外部に導く機能であることを特徴とする狭帯域化紫外レーザー装置。

10. レーザ光 (11) を透過させる透光部 (47A~47C) と、

前記透光部 (47A~47C) の周囲にあつて不要レーザー光 (11A) を光路から除去し、レーザー光 (11) を所定形状に整形する遮光部 (49A~49C) とを有してなる遮光素子 (37A~37C) を備える狭帯域化紫外レーザー装置において、

前記透光部 (47A~47C) は、レーザー光 (11) が透過する固体で形成されていることを特徴とする狭帯域化紫外レーザー装置。



1 / 5

FIG.1

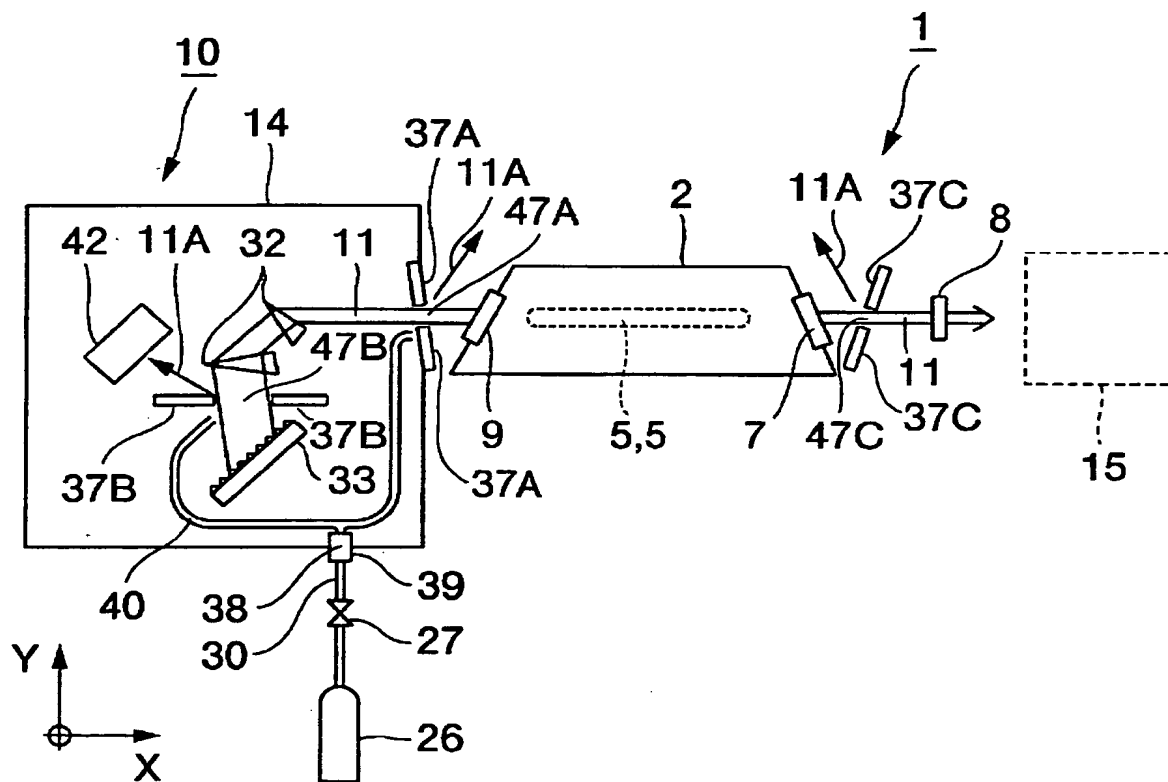
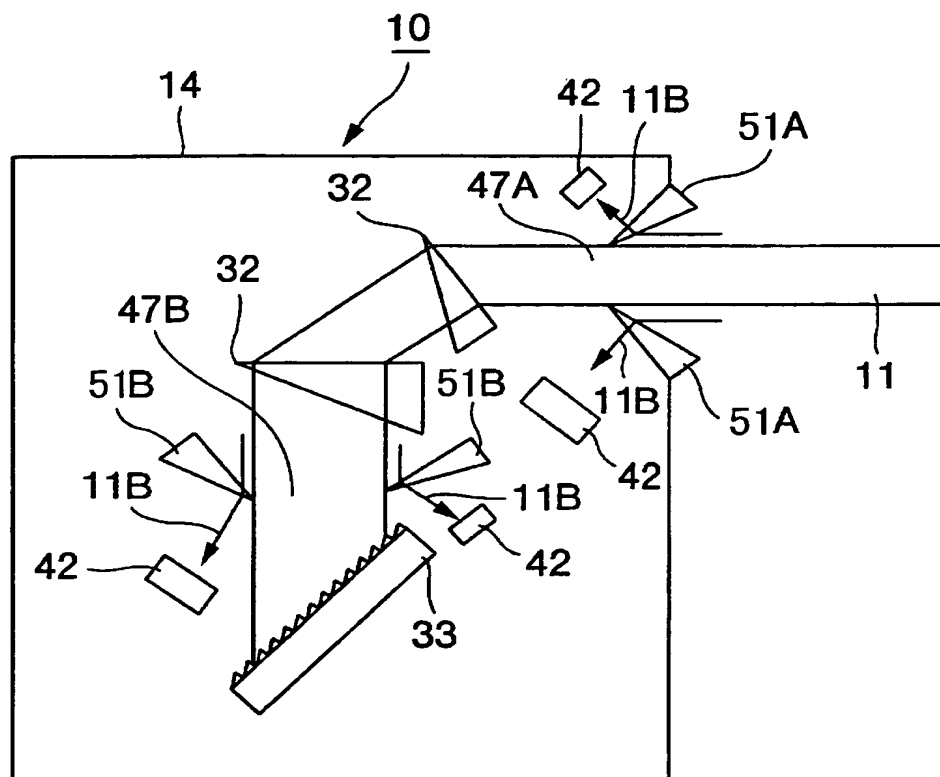
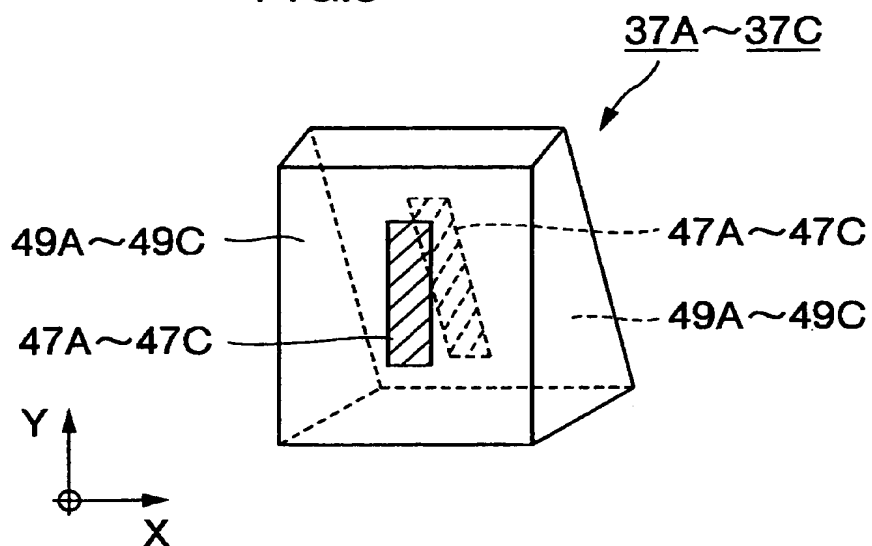




FIG.2



**FIG.3**





3 / 5

FIG.4

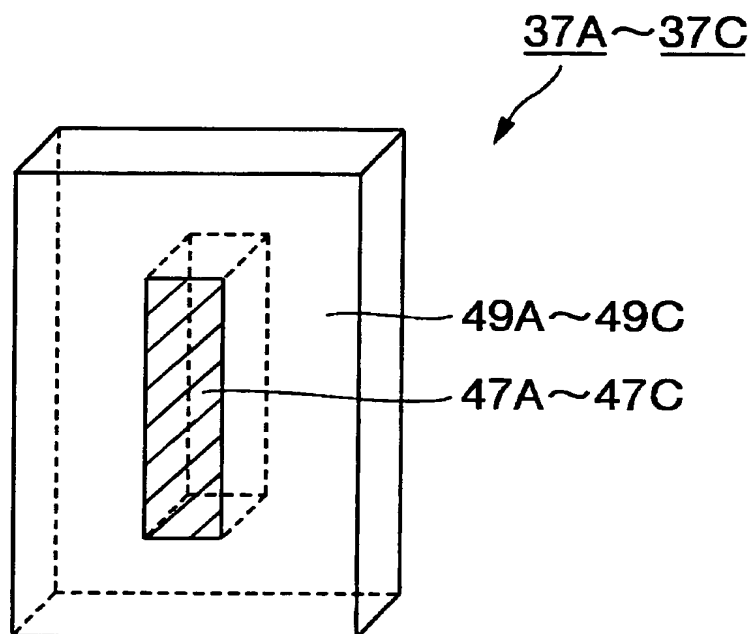
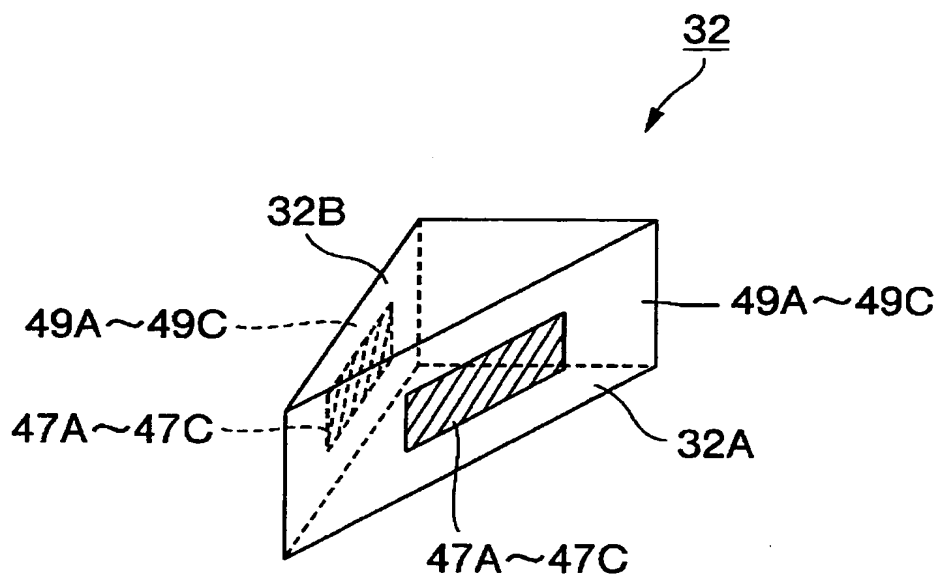


FIG.5

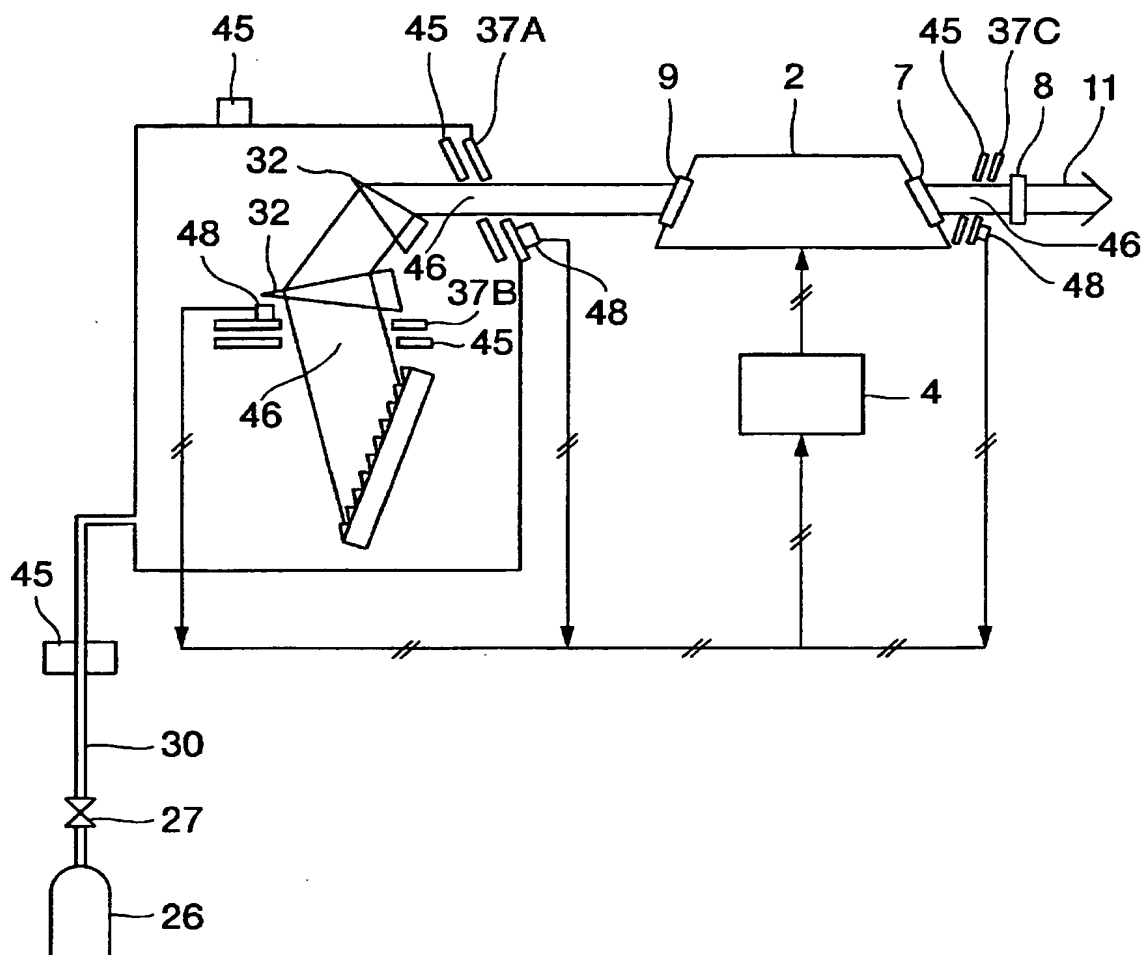






4 / 5

FIG.6





5 / 5

FIG.7

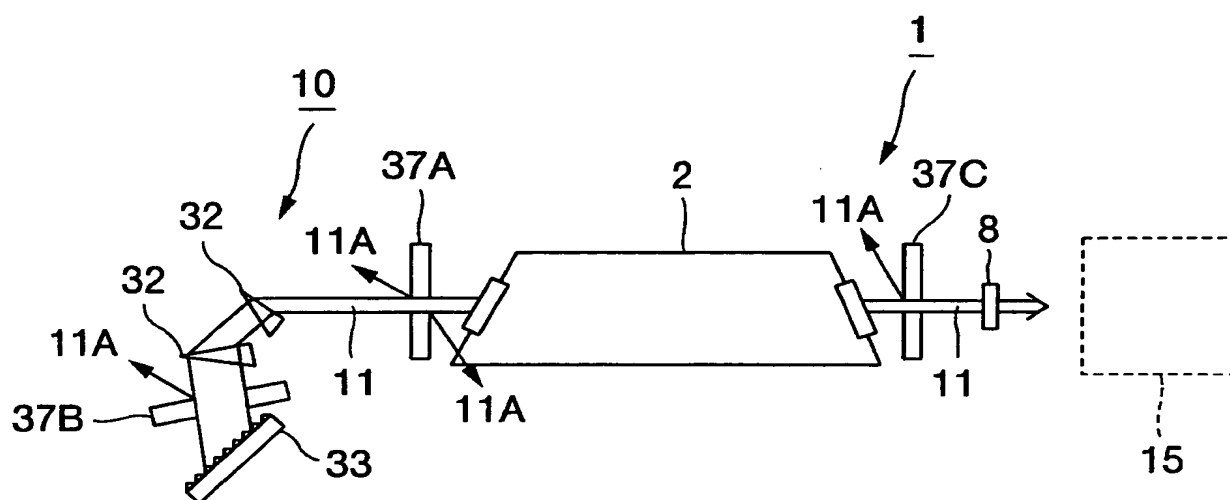
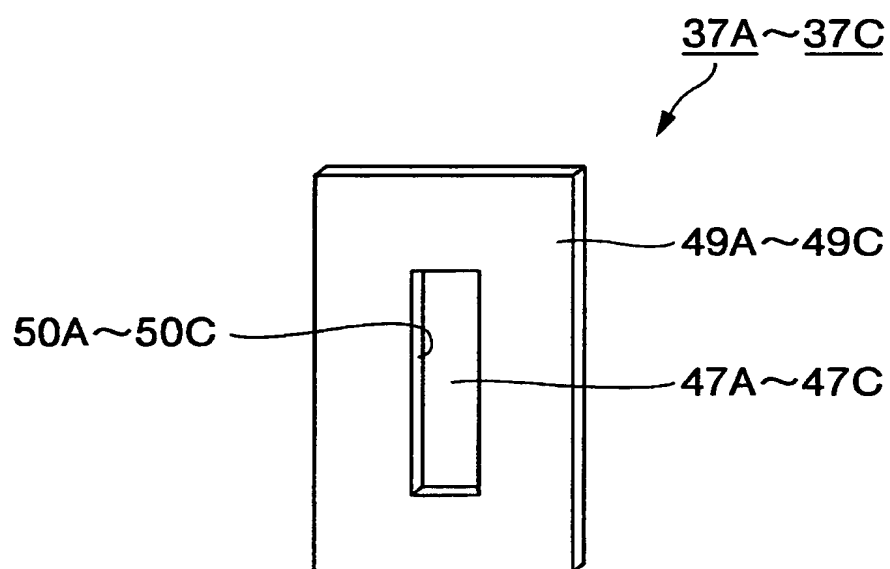


FIG.8



差替え用紙 (規則26)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01S3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01S3/02-3/098Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JOIS [LASER\* (APERTURE+NARROW+IRIS) \* (HEAT+DISTORTION+COLD+WARM) ]

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5761236, A (Lambda Physik Gesellschaft zur Herstellung Von Lasern mbH), 02 June, 1998 (02.06.98), Fig.1; column 1, lines 36 to 67 & JP, 09-321370, A & DE, 19603637, C	1-10
A	JP, 05-235453, A (NEC Corporation), 10 September, 1993 (10.09.93), Fig. 2; Par. No. 19 (Family: none)	1-10
A	JP, 04-080981, A (Komatsu Ltd.), 13 March, 1992 (13.03.92), Fig. 4; page 4, upper left column, line 9 to page 4, upper right column, line 18 (Family: none)	1-10
A	EP, 0817338, A2 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO.LTD.), 07 January, 1998 (07.01.98), Full text & JP, 10-056228, A	1,2
Y	JP, 62-209881, A (Mitsubishi Electric Corporation), 16 September, 1987 (16.09.87),	3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to
"A" document defining the general state of the art which is not	understand the principle or theory underlying the invention
considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
"E" earlier document but published on or after the international filing	considered novel or cannot be considered to involve an inventive
date	step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
cited to establish the publication date of another citation or other	considered to involve an inventive step when the document is
special reason (as specified)	combined with one or more other such documents, such
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other	combination being obvious to a person skilled in the art
means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later	
than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
07 September, 2000 (07.09.00)Date of mailing of the international search report  
19 September, 2000 (19.09.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03560

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Fig. 8; page 1, lower right column, line 8 to page 2, upper right column, the 5 <sup>th</sup> line from the bottom (Family: none)	
Y	JP, 05-000390, A (Hitachi, Ltd.), 08 January, 1993 (08.01.93), Fig. 4; Par. No. 14 (Family: none)	4
Y	JP, 61-135497, A (Nippon Steel Corporation, Mitsubishi Electric Corporation), 23 June, 1986 (23.06.86), Fig. 1; page 2, lower right column, lines 1 to 11 (Family: none)	4
X	JP, 08-111551, A (SUMITOMO METAL MINING CO., LTD.), 30 April, 1996 (30.04.96), Figs. 1 to 4; Par. Nos. 18, 24, 27 (Family: none)	5-8
X	JP, 06-152017, A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 31 May, 1994 (31.05.94), Figs. 1 to 5; Par. Nos. 16 to 19 (Family: none)	5-8
X	JP, 62-234384, A (Mitsubishi Electric Corporation), 14 October, 1987 (14.10.87), Fig. 1; Claims; page 3, upper left column, line 10 to page 3, upper right column, line 2 (Family: none)	5
X	JP, 61-224475, A (Mitsubishi Electric Corporation), 06 October, 1986 (06.10.86), Fig. 1; page 2, lower right column, the 7 <sup>th</sup> line from the bottom to page 3, upper left column, line 6 (Family: none)	5
X	JP, 06-164030, A (Fuji Electric Co., Ltd.), 10 June, 1994 (10.06.94), Figs. 2, 3; Par. Nos. 14 to 15 (Family: none)	6-9
Y	US, 4362364, A (Litton Systems Inc.), 07 December, 1982 (07.12.82), Figs. 1, 2; Column 4, lines 55 to 62; Column 5, lines 5 to 32 (Family: none)	6-8
X	US, 3980397, A (The United States of America as represented by the United States Energy Research and Development), 14 September, 1976 (14.09.76), Figs. 1, 5, 6; Column 1, lines 41 to 60 & JP, 50-057646 & GB, 1482572, A & CA, 1003670, A & FR, 2244278, A & DE, 2444385, A	10

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/03560

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01S3/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01S3/02-3/098

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996  
 日本国公開実用新案公報 1971-1996  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS [レーザ\* (APERTURE+アパーチャ+絞+IRIS) \* (熱+歪+冷+温)]

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 5761236, A (Lambda Physik Gesellschaft zur Herstellung Von Lasern mbH) 2. 6月. 1998 (02. 06. 98) FIG. 1、第1欄第36-67行 & JP, 09-321370, A & DE, 19603637, C	1-10
A	JP, 05-235453, A (日本電気株式会社) 10. 9月. 1993 (10. 09. 93) 図2、段落19 (ファミリーなし)	1-10
A	JP, 04-080981, A (株式会社小松製作所) 13. 3月. 1992 (13. 03. 92) 第4図、第4頁左上欄第9行-同頁右上欄第18行 (ファミリーなし)	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 09. 00

国際調査報告の発送日

19.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小原 博生 印

2K

8102

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP, 0817338, A2 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO. LTD.) 07. 1月. 1998 (07. 01. 98) 全文 & JP, 10-056228, A	1, 2
Y	JP, 62-209881, A (三菱電機株式会社) 16. 9月. 1987 (16. 09. 87) 第8図、第1頁右下欄第8行-第2頁右上欄下から5行 (ファミリーなし)	3
Y	JP, 05-000390, A (株式会社日立製作所) 8. 1月. 1993 (08. 01. 93) 図4、段落14 (ファミリーなし)	4
Y	JP, 61-135497, A (新日本製鐵株式会社、三菱電機株式会社) 23. 6月. 1986 (23. 06. 86) 第1図、第2頁右下欄第1-11行 (ファミリーなし)	4
X	JP, 08-111551, A (住友金属鉱山株式会社) 30. 4月. 1996 (30. 04. 96) 図1-4、段落18、24、27 (ファミリーなし)	5-8
X	JP, 06-152017, A (日立建機株式会社) 31. 5月. 1994 (31. 05. 94) 図1-5、段落16-19 (ファミリーなし)	5-8
X	JP, 62-234384, A (三菱電機株式会社) 14. 10月. 1987 (14. 10. 87) 第1図、特許請求の範囲、第3頁左上欄第10行-同頁右上欄第2行 (ファミリーなし)	5
X	JP, 61-224475, A (三菱電機株式会社) 6. 10月. 1986 (06. 10. 86) 第1図、第2頁右下欄下から7行-第3頁左上欄第6行 (ファミリーなし)	5
X	JP, 06-164030, A (富士電機株式会社) 10. 6月. 1994 (10. 06. 94) 図2, 3、段落14-15 (ファミリーなし)	6-9
Y	US, 4362364, A (Litton Systems Inc.) 7. 12月. 1982 (07. 12. 82) FIG. 1, 2、第4欄第55-62行、第5欄第5-32行 (ファミリーなし)	6-8
X	US, 3980397, A (The United States of America as represented by the United States Energy Research and Development) 14. 9月. 1976 (14. 09. 76) FIG. 1, 5, 6、第1欄第41-60行 & JP, 50-057646, A & GB, 1482572, A & CA, 1003670, A & FR, 2244278, A & DE, 2444385, A	10